UNIVERSITETET I OSLO

Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet

Eksamen i: Fys1120 og Fys1120L
Tidsrom: Tirsdag 3 desember 2023, 15:00 til 19:00

Oppgave 1: Ladninger

To ladninger ligger i vakuum. Ladningen $-Q$ ligger i punktet $(0, a, 0)$ og ladningen $+Q$ ligger i punktet $(0, -a, 0)$.

a) Hva blir det elektriske feltet i punktet $(0, 0, 0)$?

Vi plasserer så ytterligere to ladninger i systemet. En ladning $-Q$ i punktet $(0, 2a, 0)$ og en ladning $+Q$ i punktet $(0, -2a, 0)$.

b) Hva blir nå det elektriske feltet i origo?

Vi plasserer så ytterligere ladninger ut slik at det er en ladning $+Q$ i alle punktene $(0, -ia, 0)$ og en ladning $-Q$ i alle punktene $(0, +ia, 0)$ hvor $i = 1, 2, 3, \ldots$. Det er altså uendelig mange ladninger.

c) Hva blir nå det elektriske feltet i origo.

Oppgave 2: Kule med hull

En kule er laget av et materiale med uniform ladningstetthet ρ. Kulen har en radius a og er plassert med sentrum i origo. Systemet er i vakuum.

a) Hva er det elektriske feltet utenfor kulen?

b) Hva er det elektriske feltet inne i kulen?

c) Vi lager så et kuleformet hull med radius $b < a$ og med sentrum i midten av kulen. Hva blir nå det elektriske feltet overalt i rommet?

Oppgave 3: Plane ladninger

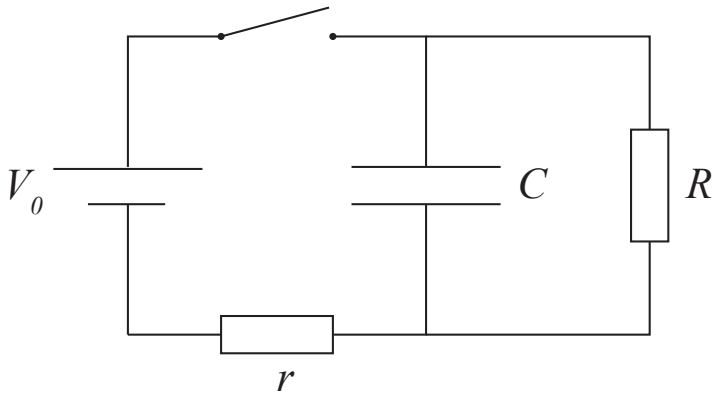
Et system består av en tynn plate med areal A og ladning $2Q$ som ligger parallellt med xy-planet i $z = a$ og en tynn plate med areal A og ladning $-Q$ som ligger parallellt med xy-planet i $z = -a$. Systemet er i vakuum. Du kan anta at avstanden mellom platene er svært liten sammenliknet med utstrekningen av platene, slik at du kan se bort fra kanteffekter.

a) Hva er det elektriske feltet langs z-aksen?

b) Hvis platen ved $z = -a$ har potensialet $V = 0$, hva er det potensialet til den øverste platen ved $z = a$?

Oppgave 4: Krets

Figuren viser en krets som består av et batteri, V_0, en bryter, en kondensator C og to motstander R og r.



a) Din venn Q sier at når bryteren er åpen som på figuren så kan det ikke gå noen strøm noe sted i kretsen. Har Q rett? Begrunn svaret ditt kort?

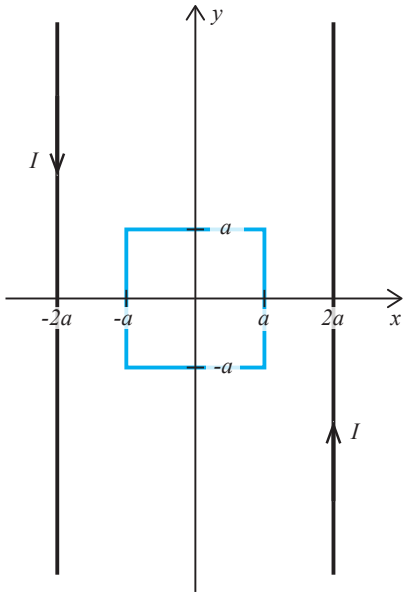
b) Anta at bryteren har vært åpen (slik at det ikke går noe strøm gjennom bryteren) i svært lang tid. Så lukker vi bryteren. Hva blir spenningen V_1 over kondensatoren når systemet har nådd en stasjonær tilstand?

c) Etter at systemet har nådd en stasjonær tilstand åpner vi bryteren (slik at det ikke går noen strøm gjennom bryteren). Hva er strømmen I_0 gjennom motstanden R umiddelbart etter at vi hår åpnet bryteren?

d) Finn en differensiallikning som vi kan løse for å finne spenningen over kondensatoren som funksjon av tiden etter at bryteren ble åpnet. (Du behøver ikke løse denne differensiallikningen).

Oppgave 5: To lange ledninger og et kvadrat

Figuren viser et system som består av to tynne, lange ledninger. Den ene ledningen ligger parallellt med y-aksen gjennom $(-2a, 0, 0)$. Det går en strøm I i negativ y-retning gjennom denne ledningen. Den andre ledningen ligger parallellt med y-aksen gjennom $(2a, 0, 0)$. Det går en strøm I i positiv y-retning gjennom denne ledningen.



a) Vis at det magnetiske feltet alle steder i xy-planet er

$$B_z = \frac{\mu_0 I}{2\pi}\left(\frac{1}{(2a+x)} + \frac{1}{(2a-x)}\right) .$$

Vi plasserer en ledning formet som et kvadrat i xy-planet som vist i figuren. Sidene i kvadratet skjærer x-aksen i punktene $(-a, 0, 0)$ og $(a, 0, 0)$ og y-aksen i punktene $(0, a, 0)$ og $(0, -a, 0)$ som vist i figuren.

b) Hva er fluksen av det magnetiske feltet fra de to lange ledningene gjennom kvadratet?

c) Hva blir den gjensidige induktansen L_{12} for krets 1 som består av de to lange ledningene og krets 2 som er kvadratet?

d) Blir den gjensidige induktansen større eller mindre hvis vi skyver kvadratet mot en av de lange ledningene? Begrunn svaret.